

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003078194
PUBLICATION DATE : 14-03-03

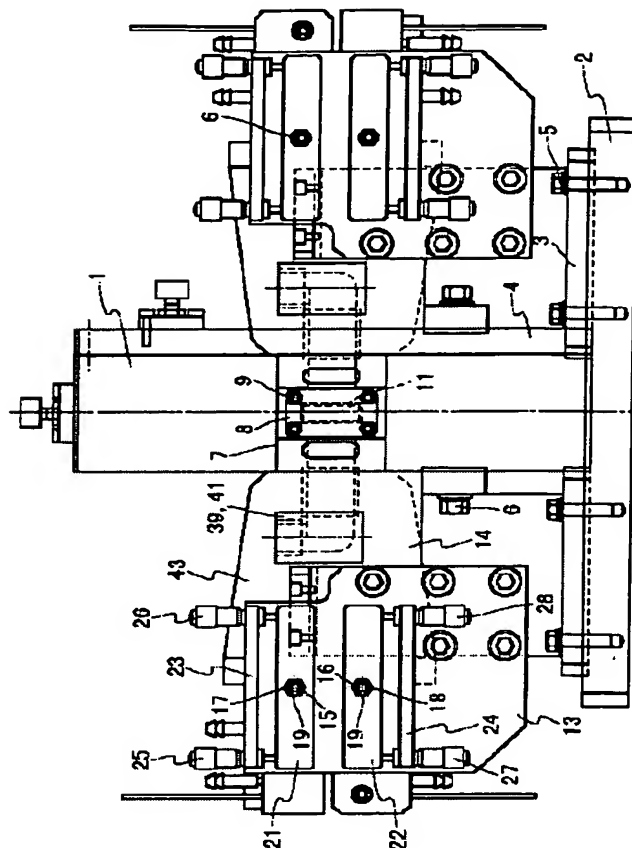
APPLICATION DATE : 06-09-01
APPLICATION NUMBER : 2001271071

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : MIZUI JUNICHI;

INT.CL. : H01S 3/102 H01S 3/042 H01S 3/094

TITLE : LENS EFFECT CORRECTING DEVICE
FOR FIXED LASER AND ITS LENS
EFFECT CORRECTING METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the lens effects of a slab by realizing the harmonic matching of the both factors of a heat insulator and a light source, and adjusting the temperature distribution of the slab.

SOLUTION: This device is constituted of a medium supporting body 1 for supporting a fixed laser oscillating medium 11, a light source supporting body 13 supported by the medium supporting body for supporting a light source 32, a heat insulator 45 interposed between the medium supporting body 1 and the fixed laser oscillating medium 11, and an adjusting mechanism for geographically adjusting the angle of a valid central face 55 of a light beam for excitation to be generated from a light source 32 by adjusting the angle of the light source 32 for the light source supporting body 13. The heat insulator 56 is interposed between a cross face crossing a light receiving face for receiving the light beam for excitation among the external faces of the fixed laser oscillating medium 11 and the medium supporting body 1. In this case, one of the significant factors of the non-uniformity of the heat distribution of the fixed laser oscillating medium 11, especially, the surface side region lies in the existence of the heat insulator 56. The non-uniformity of the heat distribution due to the existence of the heat insulator 56 strongly depends on the unsuitability of the irradiation angle of the beam for excitation, especially, incident energy density depending on the irradiation angle. Then, the non-uniformity is validly corrected by performing geometrical adjustment of the irradiation angle of the beam for excitation.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-78194

(P2003-78194A)

(43) 公開日 平成15年3月14日 (2003.3.14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テーマコード* (参考)

H01S 3/102
3/042
3/094H01S 3/102
3/04
3/094

5F072

L

S

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-271071(P2001-271071)

(22) 出願日 平成13年9月6日 (2001.9.6)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 加藤 昌浩

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 三木 晋

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74) 代理人 100102864

弁理士 工藤 実 (外1名)

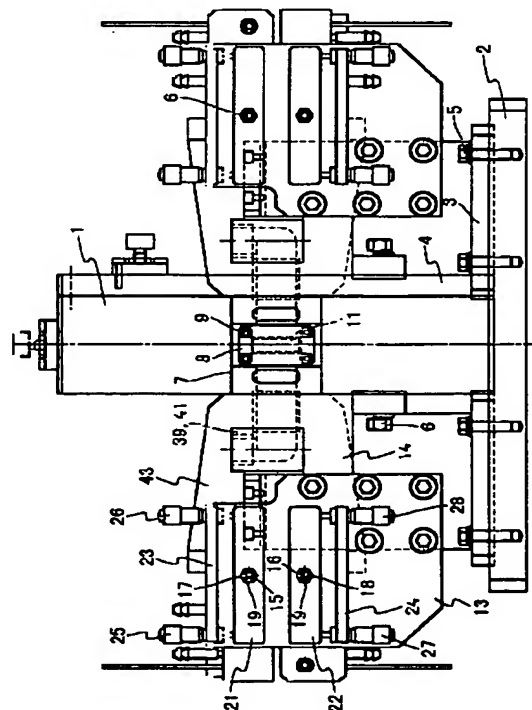
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体レーザーのレンズ効果矯正装置、及び、そのレンズ効果矯正方法

(57) 【要約】

【課題】断熱材と光源の両原因を調和的に整合させて、スラブの温度分布を調整して、スラブのレンズ効果を削減すること。

【解決手段】固体レーザー発振媒体11を支持する媒体支持体1と、媒体支持体1に対して支持され光源32を支持する光源支持体13と、媒体支持体1と固体レーザー発振媒体11との間に介設される断熱体56と、光源支持体13に対して光源32の角度を調整することにより、光源32から生成される励起用光ビームの有効中心面55の角度を幾何学的に調整する調整機構とから構成されている。断熱体56は、固体レーザー発振媒体11の外面のうち励起用光ビームを受ける受光面に交叉する交叉面と媒体支持体1との間に介設されている。固体レーザー発振媒体11特にその表面側領域の熱分布の不均一性の一つの重要な原因は、断熱体56の存在である。断熱体56の存在による熱分布の不均一性は、励起用ビームの照射角度特に照射角度に依存する入射エネルギー密度の不適正さに強く依存する。励起用ビームの照射角度の調整である幾何学的調整により、その不均一性が有効に矯正される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体レーザー発振媒体を支持する媒体支持体と、

前記媒体支持体に対して相対的に固定されて支持され光源を支持する光源支持体と、

前記媒体支持体と前記固体レーザー発振媒体との間に介設される断熱体と、

前記光源支持体に対して前記光源の角度を調整することにより、前記光源から生成される励起用光ビームの有効中心面の角度を幾何学的に調整する調整機構とを含み、前記断熱体は、前記固体レーザー発振媒体の外面のうち前記励起用光ビームを受ける受光面に交叉する交叉面と前記媒体支持体との間に介設されている固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項2】 前記固体レーザー発振媒体は、入出力面がブリュースタ角度面に形成されレーザーの再増幅媒体として用いられる請求項1の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項3】 前記有効中心面は、前記受光面に直交している請求項1又は2の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項4】 前記交叉面は、前記受光面に直交している請求項3の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項5】 前記受光面は冷却用媒体の通路を形成する請求項4の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項6】 前記通路は、前記受光面と光透過窓の内面との間に形成されている請求項5の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項7】 前記調整機構は、前記媒体支持体に対して相対的に固定されて支持される調整機構本体と、

前記調整機構本体に支持される回転軸とを備え、

前記光源は前記回転軸に支持されている請求項1の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項8】 前記調整機構は、前記調整機構本体に支持されるマイクロメータと、前記回転軸に支持され回転可能である回転腕とを更に備え、

前記マイクロメータの線形可動部分の動作端が前記回転腕に接触する請求項7の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項9】 前記マイクロメータは、第1マイクロメータと第2マイクロメータとを含み、前記第1マイクロメータの前記動作端と前記第2マイクロメータの前記動作端とは、前記回転軸の両側で前記回転腕にそれぞれに接触する請求項8の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項10】 前記調整機構は、前記回転軸に軸結合するサーボモータを更に備える請求項7の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項11】 シードレーザーを発振する発振器と、前記シードレーザーを前記固体レーザー発振媒体に導入する光学系と、

前記固体レーザー発振媒体から出力される再増幅レーザーを受光するCCDカメラと、

前記CCDカメラにより生成される前記再増幅レーザーの断面を表示するビームプロファイラとを含む固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項12】 前記固体レーザー発振媒体は、前記シードレーザーが入射する入射面と、前記シードレーザーが出射する出射面とを有し、前記入射面と前記出射面はブリュースタ角度面に形成されている請求項11の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項13】 前記発振器と前記固体レーザー発振媒体の間に介設されるコリメータと、

前記入射面と出射面に交叉し励起用光が入射する両面に直交する方向に、前記入射面に入射し前記出射面から出射する前記再増幅レーザーの光軸を移動させる光軸調整機構とを更に含む請求項12の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項14】 励起用ビームが入射し冷却用媒体が接触する入射面と、前記入射面に交叉し断熱体が接合する接合面と、光軸線に交叉するブリュースタ面とを有する固体レーザー発振媒体のレンズ効果を矯正する固体レーザーのレンズ効果矯正方法であり、

前記励起用光ビームを前記入射面を通して前記固体レーザー発振媒体に入射するステップと、

前記固体レーザー発振媒体に前記ブリュースタ面を通してシードレーザーを入射するステップと、

前記固体レーザー発振媒体から前記ブリュースタ面を通して出力される再増幅レーザーの断面をCCDカメラで撮影するステップと、

前記断面をビームプロファイラに表示するステップと、前記ビームプロファイラに表示される前記断面の歪みに対応して前記励起用光ビームを前記固体レーザー発振媒体に入射する入射方向を調整するステップとを含む固体レーザーのレンズ効果矯正方法。

【請求項15】 前記励起用光ビームは、第1励起用光ビームと第2励起用光ビームとから形成され、

前記入射方向を調整する前記ステップは、前記第1励起用光ビームと前記第2励起用光ビームの一方又は両方の前記入射方向を調整することにより、光軸方向に直交する方向の中央より前記入射面に入射する前記励起用光ビームのエネルギー密度を相対的に高くするか、又は、光軸方向に直交する方向の外側より前記入射面に入射する前記励起用光ビームのエネルギー密度を高くするステップを備える請求項14の固体レーザーのレンズ効果矯正方法。

【請求項16】 前記調整機構は、前記媒体支持体に対して相対的に固定されて支持される調整機構本体と、

前記調整機構本体に支持される回転軸とを備え、前記光源は前記回転軸に支持されている請求項1の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項17】 前記調整機構は、前記調整機構本体に支持されるマイクロメータと、前記回転軸に支持され回転可能である回転腕とを更に備え、

前記マイクロメータの線形可動部分の動作端が前記回転腕に接触する請求項16の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【請求項18】 前記調整機構は、前記調整機構本体に支持されるマイクロメータと、前記回転軸に支持され回転可能である回転腕とを更に備え、

前記マイクロメータの線形可動部分の動作端が前記回転腕に接触する請求項17の固体レーザーのレンズ効果矯正装置。

【発明の属する技術分野】本発明は、固体レーザーのレンズ効果矯正装置、及び、そのレンズ効果矯正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】孔開け、溶接のような加工、露光、改質のような表面処理のために、Nd:YAGレーザーのような固体レーザー装置が用いられる。このような固体レーザー装置として、レーザー発振器又は種レーザーを更に増幅するレーザー増幅器が知られている。レーザー増幅器では、その増幅用励起のために、高出力型の半導体レーザーが光源として用いられる。その光源の出力を十分に用いるために集光用レンズ又は光学的ダクトが用いられる。光学的高エネルギーを受けるスラブ（ブリュースタ角が両端面に与えられる固体媒質）は、高温化する。増幅用光の照射を受けて高温化する固体発振媒体であるスラブは、その熱分布に起因するレンズ効果を受ける。レンズ効果を減殺するために、スラブを冷却することと、増幅用光のスラブに対する照射分布を適正にすることとが必要である。増幅用光のスラブに対する照射を適正にするために、シリンドリカルレンズ又は光学的ダクトが用いられている。

【0003】照射エネルギーを有効に用いるためのシリンドリカルレンズ又は光学的ダクトにより光照射の分布をスラブの全面に対して適正に調整することは困難である。高温化するスラブとそのスラブを支持する支持体との間には、断熱材が介設される。断熱材は、これが接合するスラブの両側面（光軸に平行である両側面）の側でそのスラブの温度に影響する。断熱材は、増幅用光源の光学的能量を受け、断熱材の存在に起因するスラブの温度分布は、増幅用光源の光学的能量の照射範囲に起因するスラブの温度分布に互いに相関する。

【0004】断熱材と光源の両原因を調和的に整合させて、スラブの温度分布を調整して、スラブのレンズ効果を削減することが求められる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、断熱材と光源の両原因を調和的に整合させて、スラブの温度分布を調整して、スラブのレンズ効果を削減することができる固体レーザーのレンズ効果矯正装置、及び、そのレンズ効果矯正方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】その課題を解決するための手段が、下記のように表現される。その表現中に現れる技術的事項には、括弧（ ）つきで、番号、記号等が添記されている。その番号、記号等は、本発明の実施の複数・形態又は複数の実施例のうちの少なくとも1つの実施の形態又は複数の実施例を構成する技術的事項、特に、その実施の形態又は実施例に対応する図面に表現されている技術的事項に付せられている参照番号、参照記号等に一致している。このような参照番号、参照記号

は、請求項記載の技術的事項と実施の形態又は実施例の技術的事項との対応・橋渡しを明確にしている。このような対応・橋渡しは、請求項記載の技術的事項が実施の形態又は実施例の技術的事項に限定されて解釈されることを意味しない。

【0007】本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置は、固体レーザー発振媒体（11）を支持する媒体支持体（1）と、媒体支持体（1）に対して支持され光源（32）を支持する光源支持体（13）と、媒体支持体（1）と固体レーザー発振媒体（11）との間に介設される断熱体（56）と、光源支持体（13）に対して光源（32）の角度を調整することにより、光源（32）から生成される励起用光ビームの有効中心面（55）の角度を幾何学的に調整する調整機構とから構成されている。断熱体（56）は、固体レーザー発振媒体（11）の外面のうち励起用光ビームを受ける受光面に交叉する交叉面と媒体支持体（1）との間に介設されている。固体レーザー発振媒体（11）特にその表面側領域の熱分布の不均一性の一つの重要な原因は、断熱体（56）の存在である。断熱体（56）の存在による熱分布の不均一性は、励起用ビームの照射角度特に照射角度に依存する入射エネルギー密度の不適正さに強く依存する。励起用ビームの照射角度の調整である幾何学的調整により、その不均一性が有効に矯正される。励起用ビームが独立して複数が用いられれば、その矯正はより容易であり、且つ、効果的である。入出力面がブリュースタ角度面（12）に形成されるレーザー再増幅媒体として固体レーザー発振媒体（11）が用いられる場合に、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の矯正効果は特に有効である。

【0008】より具体的には、有効中心面（55）は受光面に直交し、既述の交叉面は受光面に直交している。受光面は冷却用媒体の通路（36）を形成し、通路（36）は受光面と光透過窓（35）の内面との間に形成されている。冷却に不均一性がある場合にも、既述の幾何学的調整は有効である。

【0009】その調整機構は、媒体支持体（1）に対して相対的に固定されて支持される調整機構本体（13、既述の光源支持体に一致可能）と、調整機構本体（13）に支持される回転軸（17）とを備え、光源（32）は回転軸（17）に支持されている。回転軸（17）は、手動、又は機械的要素を介して手動により回転されることが好ましい。その調整機構は、調整機構本体（13）に支持されるマイクロメータ（25）と、回転軸（17）に支持され回転可能である回転腕（21）とを更に備えている。マイクロメータの線形可動部分の動作端が回転腕（21）に接触する。マイクロメータの可動部分はその本体に対して、バックラッシュが非常に小さく、微小運動が可能であり、光軸調整用機器として好適に利用されている。マイクロメータは、第1マイクロ

メータ(25)と第2マイクロメータ(26)との2つが用いられることが好ましい。2つの使用により、回転腕(21)を微妙に回転させた回転位置で確実に固定することができる。この場合、第1マイクロメータ(25)の動作端と第2マイクロメータ(26)の動作端とは、回転軸(17)の両側で回転腕(21)にそれぞれに接触する。光源が複数組用いられる場合、このような調整機構は2組が用いられ、更に、左右対称に4組が用いられる。調整機構が回転軸(17)に軸結合するサーボモータ(85)を更に備えることは好ましい。

【0010】本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置は、シードレーザー(72)を発振する発振器(71)と、シードレーザー(72)を固体レーザー発振媒体(11)に導入する光学系(74)と、固体レーザー発振媒体(11)から出力される再増幅レーザー(76)を受光するCCDカメラ(77)と、CCDカメラ(77)により生成される再増幅レーザー(76)の断面を表示するビームプロファイラ(78)とが更に追加されることが好ましい。ビームプロファイラ(78)に表示する再増幅レーザー(76)の断面を見ながら、励起用光源(32)の角度を調整することにより、レンズ効果を容易に矯正し解消することができる。光軸高さを調整することができる光軸高さ調整機構を持つコリメータ(73)の追加は、特に好ましい。一方のブリュースタ面から入射し他方のブリュースタ面から出射するレーザービームの光軸を励起光の入射面に直交する方向に移動させてその光軸の位置を調整し、且つ、ビーム直径を拡大し又は縮小することにより、ブリュースタ面の全域で再増幅レーザービームの断面のプロファイルを調整することができ、レーザーレンズ効果の発現をより最小化することができる。

【0011】本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正方法は、励起用ビームが入射し冷却用媒体が接触する入射面(61)と、入射面(61)に交叉し断熱体(56)が接合する接合面(62)と、光軸線に交叉するブリュースタ面(12)とを有する固体レーザー発振媒体(11)のレンズ効果を矯正する固体レーザーのレンズ効果矯正方法であり、励起用光ビームを入射面(61)を通して固体レーザー発振媒体(11)に入射するステップと、固体レーザー発振媒体(11)にブリュースタ面(12)を通してシードレーザー(72)を入射するステップと、固体レーザー発振媒体(11)からブリュースタ面(12)を通して出力される再増幅レーザー(76)の断面をCCDカメラ(77)で撮影するステップと、その断面をビームプロファイラ(78)に表示するステップと、ビームプロファイラ(78)に表示される断面の歪みに対応して励起用光ビームを固体レーザー発振媒体(11)に入射する入射方向を調整するステップとから形成されている。励起用光ビームは、第1励起用光ビームと第2励起用光ビームとから形成され、入

射方向を調整するステップは、第1励起用光ビームと第2励起用光ビームの一方又は両方の入射方向を調整することにより、光軸方向に直交する方向の中央よりに入射面(61)に入射する励起用光ビームのエネルギー密度を相対的に高くするか、又は、光軸方向に直交する方向の外側よりに入射面(61)に入射する励起用光ビームのエネルギー密度を高くするステップを備えている。

【0012】

【発明の実施の形態】図に対応して、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の実施の形態は、スラブ支持コラムが基盤とともに設けられている。そのスラブ支持コラム1は、図1に示されるように、基体定盤2に固定されて基体定盤2から立ち上がっている。スラブ支持コラム1は、L型固定板を介して基体定盤2に剛構造に固定されている。そのL型固定板は、水平部分3と鉛直部分4とから形成されている。水平部分3は基体定盤2の上面に複数のボルト5により強固に接合し、鉛直部分4はスラブ支持コラム1の鉛直面に複数のボルト6により強固に接合している。

【0013】スラブ支持コラム1には、固体レーザー媒体取付台7が一体的に備わっている。固体レーザー媒体取付台7には、固体レーザー媒体挟持器(スラブホルダ)8がボルト9により固定されている。固体レーザー媒体挟持器8は、光軸方向に適正に長く伸びる固体レーザー媒体11を冷却水シール用のシリコンゴムを介して間接的に挟持している。固体レーザー媒体11は、図2に示されるように、光軸Lに斜めに交叉するブリュースタ両端面12を有していて、スラブ型に形成されている。

【0014】励起用光源支持体13は、図1に示されるように、結合部分14を介してスラブ支持コラム1に結合している。1鉛直面上で水平方向に延びて互いに平行である第1回転軸心線15と第2回転軸心線16をそれぞれに有する上方側回転軸17と下方側回転軸18とが、励起用光源支持体13に支持されている。上方側回転軸17と下方側回転軸18は、それぞれに光軸Lに平行である。上方側回転軸17と下方側回転軸18は、図2に示されるように、それぞれに両側でナット19により挟まれて励起用光源支持体13に回転自在に支持されている。上方側回転腕21と下方側回転腕22は、それぞれの中心部位で、上方側回転軸17と下方側回転軸18に結合して固定されている。

【0015】光軸Lに直交する直交方向にそれぞれに延びる上方側マイクロメータ支持板23と下方側マイクロメータ支持板24は、励起用光源支持体13に固定されている。光軸Lに直交する直交方向に並ぶ上方側第1マイクロメータ25と上方側第2マイクロメータ26が、上方側マイクロメータ支持板23に固定されている。上方側第1マイクロメータ25と上方側第2マイクロメータ26のそれぞれの線形可動部分は、鉛直方向に上方側

マイクロメータ支持板23に対して変位可能である。光軸Lに直交する直交方向に並ぶ下方側第1マイクロメータ27と下方側第2マイクロメータ28が、下方側マイクロメータ支持板24に固定されている。

【0016】下方側第1マイクロメータ27と下方側第2マイクロメータ28のそれぞれの線形可動部分は、鉛直方向に下方側マイクロメータ支持板24に対して変位可能である。上方側第1マイクロメータ25と上方側第2マイクロメータ26のそれぞれの線形可動部分の下端面は、図3に示されるように、上方側回転腕21の両側回転部位の上面に摺動的に接触している。下方側第1マイクロメータ27と下方側第2マイクロメータ28のそれぞれの線形可動部分の上端面は、下方側回転腕22の両側回転部位の下面に摺動的に接触している。上方側回転腕21は、上方側第1マイクロメータ25と上方側第2マイクロメータ26の回転部分の反対方向の微小回転により、上方側回転軸17と同体に微小回転する。下方側回転腕22は、下方側第1マイクロメータ27と下方側第2マイクロメータ28の回転部分の反対方向の微小回転により、下方側回転軸18と同体に微小回転する。上方側回転腕21は、下方側回転腕22と独立に回転することができる。

【0017】上方側光源支持枠29は、図2に示されるように、上方側回転軸17に同体的に結合している。下方側光源支持枠31は、下方側回転軸18に同体的に結合している。光軸Lに平行である光軸方向に並ぶ上方側2光源要素32は、上方側光源支持枠29に固定されて支持されている。上方側2光源要素32のそれぞれは、LDの単体又はLDの集合として構成されている。光軸方向に並ぶ下方側2光源要素33（図に現れず）は、下方側光源支持枠31に固定されて支持されている。下方側2光源要素33のそれぞれは、LDの単体又はLDの集合として構成されている。

【0018】図2に示されるように、光軸Lに直交する方向に固体レーザー媒体11を支持するスラブ支持コラム1の部分の媒体支持体の光軸直交方向対向部分35は、透明ガラス（例示：石英ガラス）で形成されている。光軸直交方向対向部分35と固体レーザー媒体11との間には、光軸方向に延びる冷却媒体通過隙間36が固体レーザー媒体11の両側面に設けられている。光軸方向に対向する両側に、冷却媒体通過隙間36に接続する行き冷却媒体通路37と戻り冷却媒体通路38が配置されて設けられている。行き冷却媒体通路37の端部には、冷却媒体供給管39が取り付けられている。戻り冷却媒体通路38の端部には、冷却媒体排出管41が取り付けられて設けられている。

【0019】上方側光源支持枠29と下方側光源支持枠31から固体レーザー媒体11に向かう励起用光放射領域には、光軸方向に対向し更に鉛直方向に対向する励起用光集光ダクト43が、図1に示されるように、配置さ

れている。

【0020】既述の配置構造は、図1と図2に示されるように、光軸Lを含む鉛直面に対して面对称に形成されている。

【0021】図4は、固体レーザー媒体挟持器8の詳細構造を示している。固体レーザー媒体挟持器8のスラブホルダー本体44は、光軸方向に直交する方向に2分割されている。その2分割体は、光軸方向に直交する方向に図示されていないボルトにより結合している。スラブホルダー本体44のその2分割体に挟まれてセラミック板45が配置されている。セラミック板45とスラブホルダー本体44の間に、第1介在体46と第2介在体47とが介設されている。第1介在体46と第2介在体47とは、皿ビス48、49によりスラブホルダー本体44に結合している。第2介在体47には、斜面51が形成されている。斜面51に、既述の透明の光軸直交方向対向部分35が面着的に接合している。

【0022】光軸方向に直交する方向に配置されている2枚のセラミック板45の間に、固体レーザー媒体11が嵌め込まれている。固体レーザー媒体11の両側面と両側の光軸直交方向対向部分35の内側面との間に、既述の冷却媒体通過隙間36が設けられている。第1介在体46の内側面とセラミック板45の外側面との間に第1パッキング52が介設されている。光軸直交方向対向部分35の内側面と第1介在体46の外側面との間に、第2パッキング53が介設されている。第1パッキング52と第2パッキング53との間に挟まれている第1介在体46は、ポリカーボネートで形成されている。第1パッキング52と第2パッキング53とは、密着性と非腐食性の点で、冷却媒体通過隙間36の中の冷却用媒体液の漏れを有効に防止している。

【0023】セラミック板45と固体レーザー媒体11との間には、励起用光の有効中心面55と光軸Lとに平行である上下面に密着する断熱体56が介設されている。断熱体56は、詳しくは後述されるように、固体レーザー媒体11の上下面領域の熱の逃げを有効に防止する。断熱体56の材料は、シリコンゴムが好適である。

【0024】図5は、既述の構造を原理構造的に示している。励起用光集光ダクト43の前方にシリンドリカルレンズ50が追加されている。上方側2光源要素32と下方側2光源要素33とから、励起用光が2段的にそれぞれに概ね光円錐状に、今の場合特に、扁平扇状に放射される。そのような扁平扇状励起用光ビームは、図5に示されるように、シリンドリカルレンズ50と光軸直交方向対向部分35とにより励起用光の有効中心面55に向かって集まり扁平に集光し、固体レーザー媒体11の左右面（図2に示されるブリュースタ角度面12に交叉する両側面）61に概ね均一面密度で入射する。

【0025】固体レーザー媒体11の両側面に入射する励起用光の強度は、図6に示されるように、光軸方向に

直交する方向(y方向)に均一であることが望ましい。このような均一性は、マイクロメータ25、26、27、28の回転部分の回転角度の微小な調整により高められる。その均一性が十分であることは、図7に示されるように、温度分布がy方向に均一であることに一致するとは限らない。固体レーザー媒体11の他の両側面(y軸方向と光軸方向に直交する両面)62から外側に外れる領域の断熱体56は、その比熱と光吸収率とにより、固体レーザー媒体11と異なる温度になる。固体レーザー媒体11の熱の伝達を阻止するために固体レーザー媒体11に接合している断熱体56の存在は、図6の照射強度の均一性と固体レーザー媒体11のy方向の温度の均一性の不一致をもたらす。このような温度の不均一性は、マイクロメータ25、26、27、28による励起用光の放出角度の調整によりある程度に矯正され得るが、十分に満足することができる程度の矯正は困難である。

【0026】図7は、固体レーザー媒体11の表面温度分布を示している。固体レーザー媒体11のy方向の両端部領域の温度がその中央部分より低くなる場合、固体レーザー媒体11の既述の両側面61に直交するx方向に断熱体56の幅を広くし、固体レーザー媒体11のy方向の両端部領域の温度がその中央部分より高くなる場合、固体レーザー媒体11の既述の両側面61に直交するx方向に断熱体56の幅を狭くすることによる温度分布の不均一の矯正は、マイクロメータによる矯正に比べてより重要である。

【0027】図8(a)、(b)、(c)は、種光、又は、その種光が励起用光の光エネルギーを吸収して再増幅されて固体レーザー媒体11から出力される再増幅レーザーのビームの断面を示している。図8(a)は、励起による温度分布が、図9(a)に示されるように、固体レーザー媒体11の中央よりで高くなる場合に、種光又は再増幅レーザー63が、温度分布の偏りによる固体レーザー媒体11のレンズ効果により、縦方向に細長く変形するレンズ変形効果を示している。図8(c)は、励起による温度分布が、図9(c)に示されるように、固体レーザー媒体11の両端側で高くなる場合に、種光又は再増幅レーザーが温度分布の偏りによる固体レーザー媒体11のレンズ効果により、横方向に細長く変形するレンズ変形効果を示している。図8(b)は、このようなレンズ変形が生じた場合に、図9(b)に示されるように、マイクロメータによる調整によりその温度分布が一樣均一になるように矯正することにより、種光又は再増幅レーザーの断面を円形に戻す矯正が行われたことを示している。このようなマイクロメータによる幾何学的調整と合わせて、断熱体の既述の幅を調整することによる熱伝導的調整が組み合わされることが重要である。

【0028】図10は、本発明による固体レーザーのレ

ンズ効果矯正装置の実施の形態を示し、マイクロメータにより上方側2光源要素32と下方側2光源要素33との有効中心面55の調整を行うための装置システムを示している。種光レーザー(シードレーザー:波長1064nm)発振器71から出力される種光レーザー72は、光軸高さ調節機構付きコリメータ73によりその光軸高さとビームの収束性が調整され、両ミラー74、75の間に配置される固体レーザー媒体11を通して、再増幅光76としてCCDカメラ77の受光面に直角に入射する。上方側2光源要素32と下方側2光源要素33とが出力する励起用光は、固体レーザー媒体11に入射する。ビームプロファイラ78が、CCDカメラ77に接続している。励起用光の有効中心面55の角度を調整する調整者は、ビームプロファイラ78に映し出される再増幅光76の断面映像である図8(a)、(b)、(c)の形状を見ながら、マイクロメータによりその断面映像を矯正して、再増幅光76を図8(b)に示される円形ビームに矯正する。

【0029】図11は、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の実施の他の形態を示している。実施の本形態では、レンズダクト81が、実施の既述の形態の励起用光集光ダクト43とシリンドリカルレンズ50の組に代えられて用いられている。冷却媒体通過隙間36の中を通る冷却用媒体は、光軸方向に直交する方向に通されることが可能であるが、既述のように光軸方向に通されることがより好ましいが。

【0030】図12は、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の実施の更に他の形態を示している。実施の本形態では、励起用光源として単一のユニット82が用いられている。この場合、光源は単一であるから、既述の励起用光集光ダクト43、シリンドリカルレンズ50、レンズダクト81は省略され得る。冷却媒体通過隙間36の中を通る冷却用媒体は、光軸方向に直交する方向に通されることが可能である。

【0031】図13は、上方側回転軸17又は下方側回転軸18に関する微小回転機構の他の形態を示している。マイクロメータに比べてバックラッシュが大きい螺子83が用いられている。螺子83は、上方側回転軸17又は下方側回転軸18に同軸に軸結合している。そのバックラッシュを防止するために、回転軸固定用ナット84が用いられている。

【0032】図14は、上方側回転軸17又は下方側回転軸18に関する微小回転機構の他の形態を示している。マイクロメータに代えられて、バックラッシュが実質的に存在しないサーボモータ又はステッピングモータ85が用いられている。ステッピングモータ85の出力軸は、上方側回転軸17又は下方側回転軸18に軸結合している。ステッピングモータ85の出力軸の回転角度位置は、電源86から正負側切替スイッチ87を介して供給される電力量により厳密に調整される。

【0033】図15は、上方側回転軸17と下方側回転軸18に関する微小回転機構の他の形態を示している。上方側回転軸17と下方側回転軸18は、1対の噛合歯車88により連動化されている。噛合歯車88の駆動のためには、ステッピングモータ（図示されず）が用いられ得る。逆方向に回転する上方側回転軸17と下方側回転軸18の回転角度位置の調整は、上方側回転軸17の回転角度位置と下方側回転軸18の回転角度位置の独立的調整より容易である。

【0034】

【発明の効果】本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置、及び、そのレンズ効果矯正方法は、光源の幾何学的調整により熱伝導的調整を行うことができ、レンズ効果現象の発生を効果的に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の実施の形態を示す正面断面図である。

【図2】図2は、図1の平面断面図である。

【図3】図3は、図1の側面断面図である。

【図4】図4は、図1の一部を詳細に示す正面断面図である。

【図5】図5は、図1の装置の原理的構造を示す正面断面図である。

【図6】図6は、照射エネルギー密度を示す正面図である。

【図7】図7は、熱分布を示す正面図である。

【図8】図8(a)、(b)、(c)は、3様の再増幅レーザーを示す側面断面図である。

【図9】図9(a)、(b)、(c)は、3様の熱分布を示す正面断面図である。

【図10】図10は、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の実施の形態を示す光学的ブロック図である。

【図11】図11は、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の実施の他の形態を示す正面断面図であ

る。

【図12】図12は、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の実施の更に他の形態を示す正面断面図である。

【図13】図13は、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の実施の更に他の形態を示す斜軸投影図である。

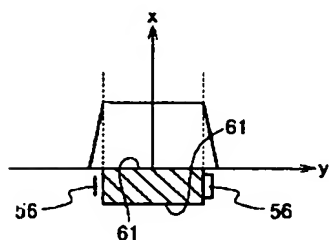
【図14】図14は、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の実施の更に他の形態を示す斜軸投影図である。

【図15】図15は、本発明による固体レーザーのレンズ効果矯正装置の実施の更に他の形態を示す斜軸投影図である。

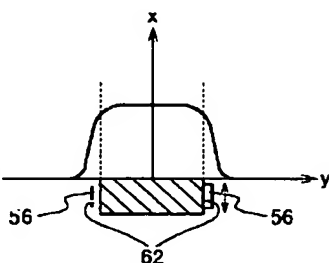
【符号の説明】

- 1…媒体支持体
- 11…固体レーザー発振媒体
- 12…ブリュースタ角度面
- 13…光源支持体（調整機構本体）
- 17…回転軸
- 21…回転腕
- 25…マイクロメータ（第1マイクロメータ）
- 26…第2マイクロメータ
- 32…光源（励起用光源）
- 36…通路
- 35…光透過窓
- 55…有効中心面
- 56…断熱体
- 61…入射面
- 62…接合面
- 71…発振器
- 72…シードレーザー
- 74…光学系
- 76…再増幅レーザー
- 77…CCDカメラ
- 78…ビームプロファイラ

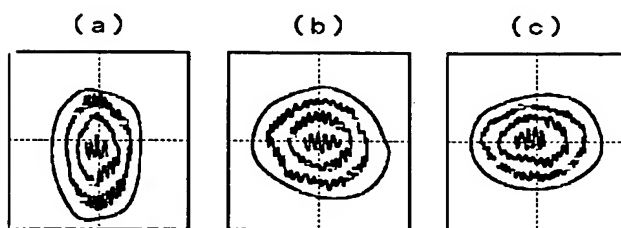
【図6】



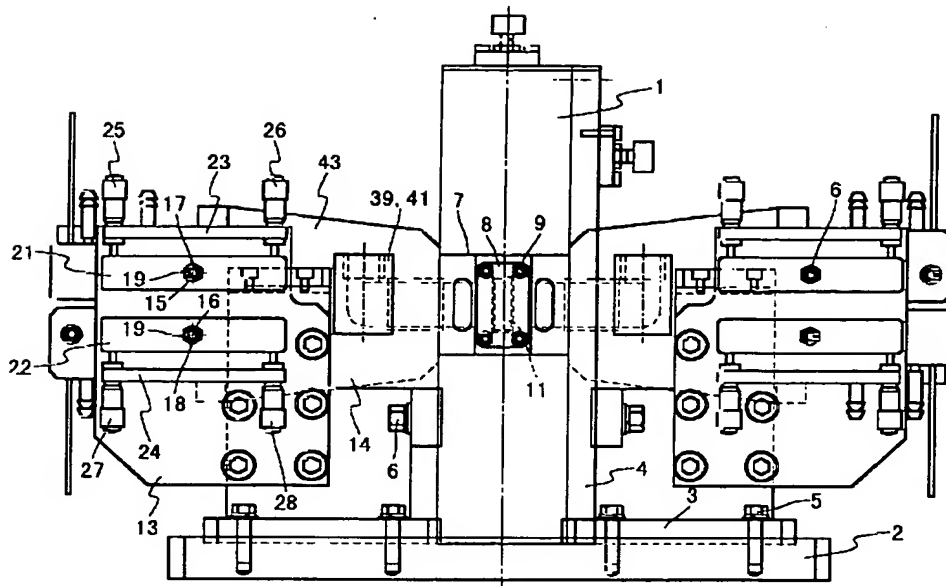
【図7】



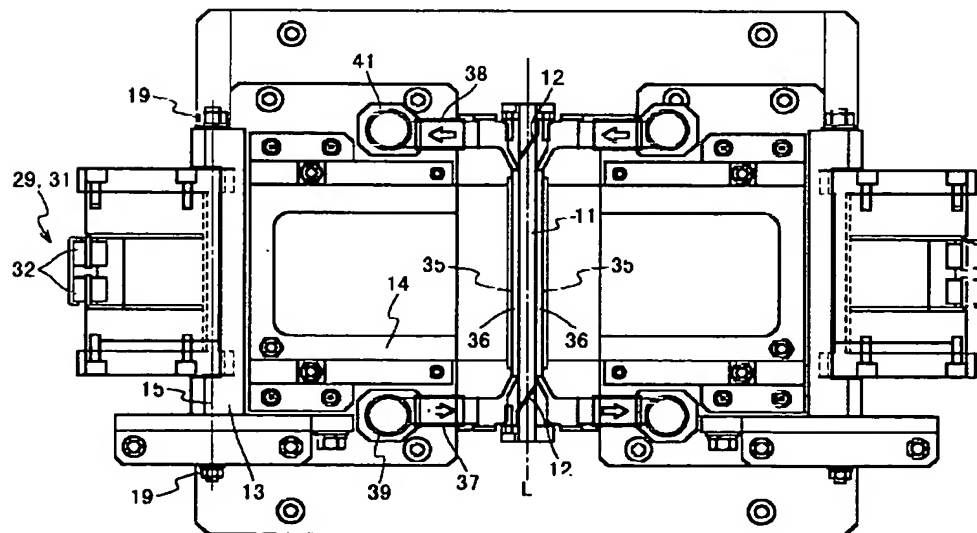
【図8】



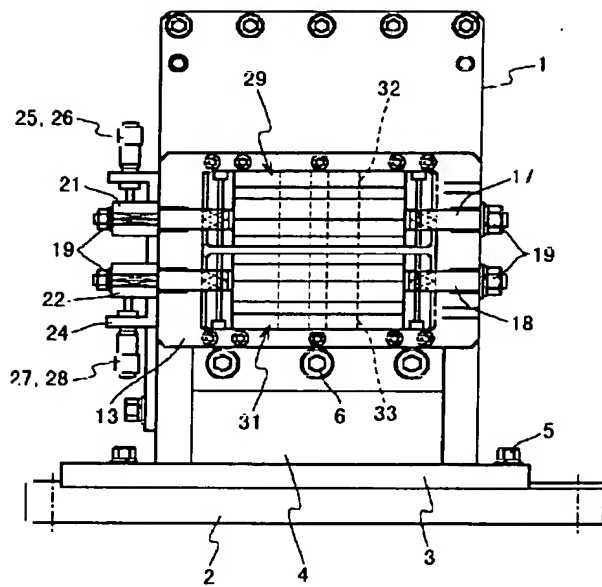
【図1】



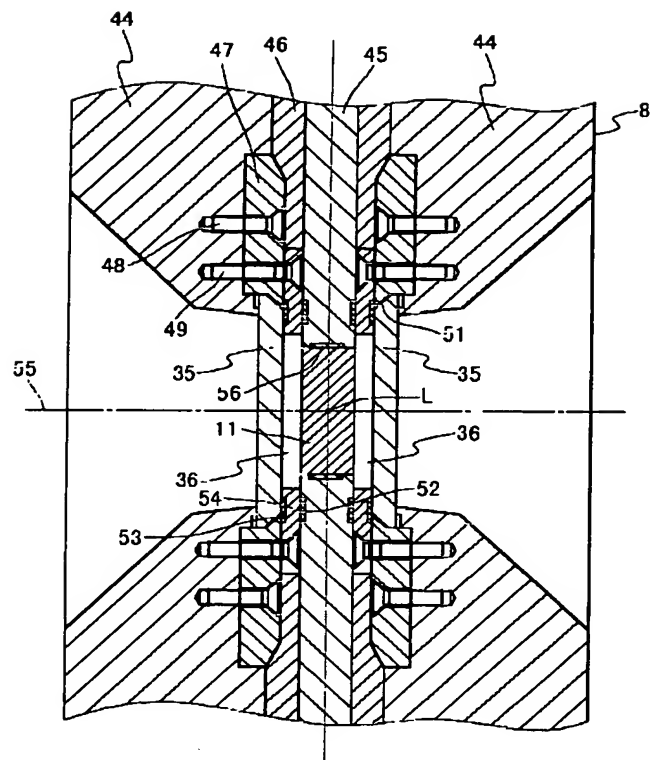
【図2】



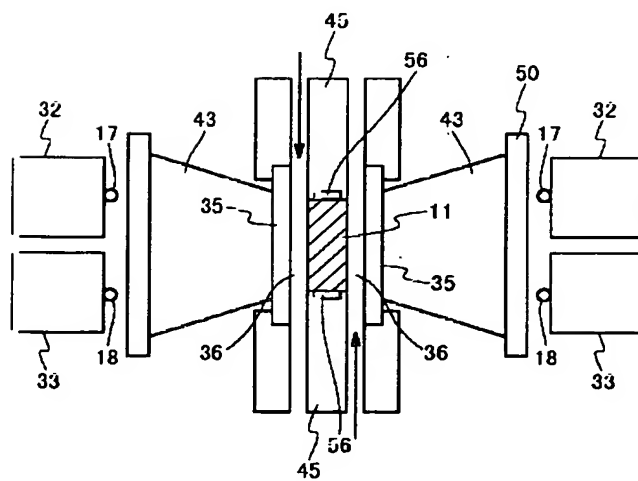
【図3】



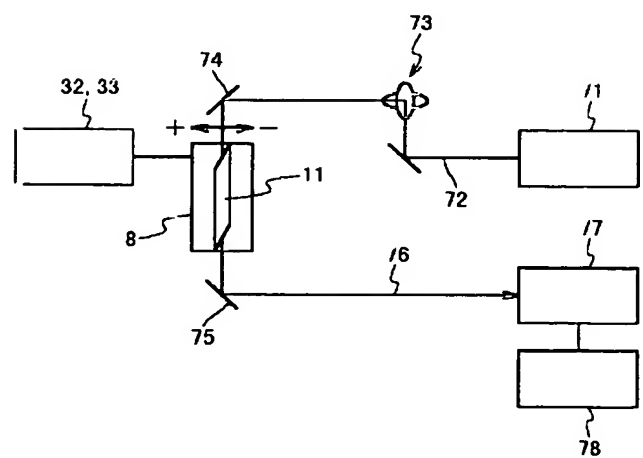
【図4】



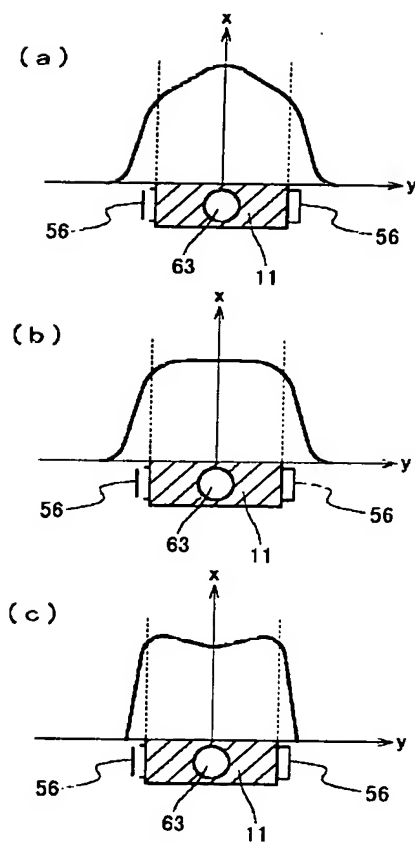
【図5】



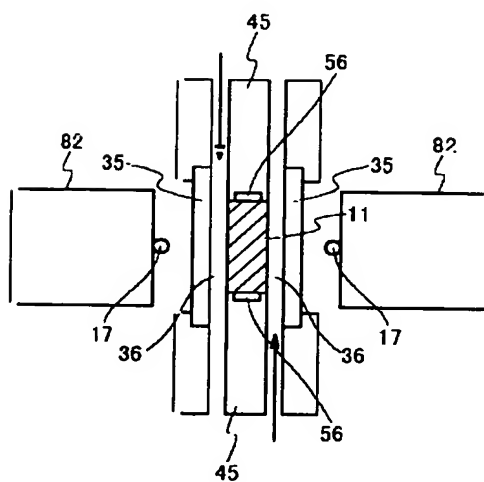
【図10】



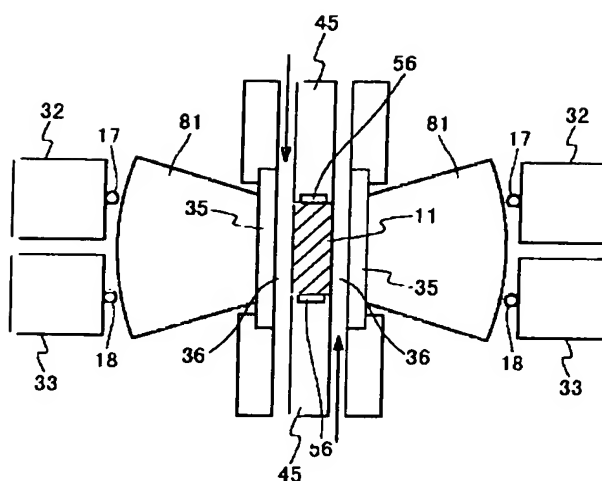
【図9】



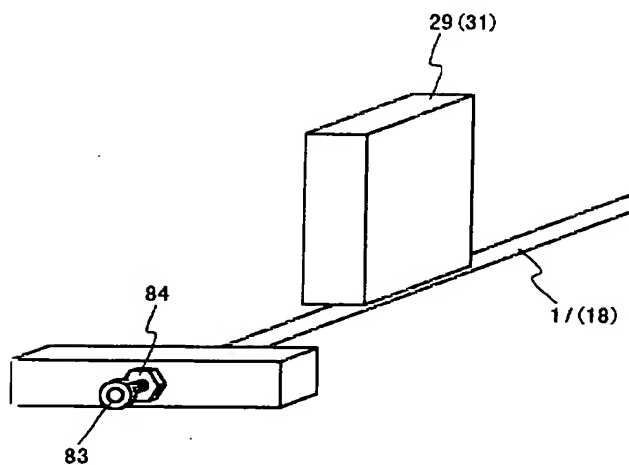
【図12】



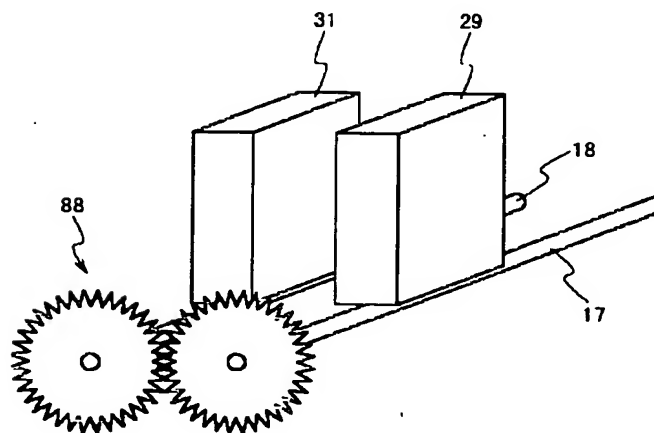
【図11】



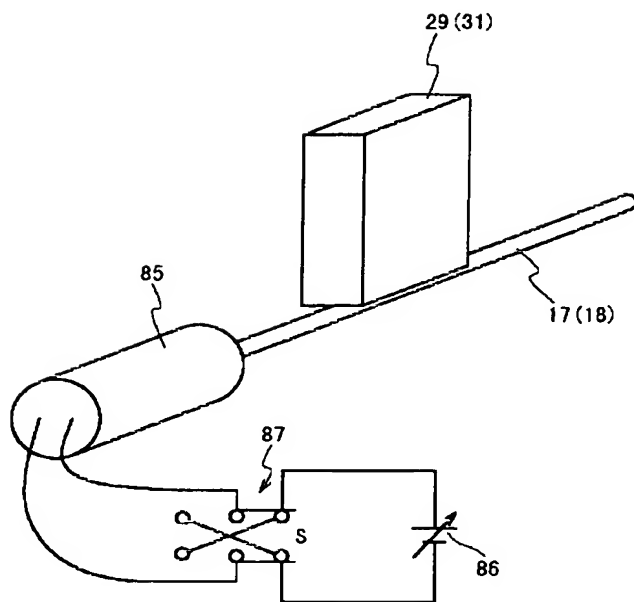
【図13】



【図15】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 緒方 潤司

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号
三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 池田 直昭

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号
三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72)発明者 水井 順一

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目8番19号
高菱エンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 5F072 AK03 FF09 KK01 PP07 TT01
TT22

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.